

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

9867 - 52 JE



19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 198 08 103 A 1

⑤1 Int. Cl. 6.

**H 04 L 12/42**

H 04 L 12/43

(21) Aktenzeichen: 198 08 103.0  
(22) Anmeldetag: 26. 2. 98  
(43) Offenlegungstag: 2. 9. 99

⑦ Anmelder:  
Okuma Corp., Nagoya, Aichi, JP

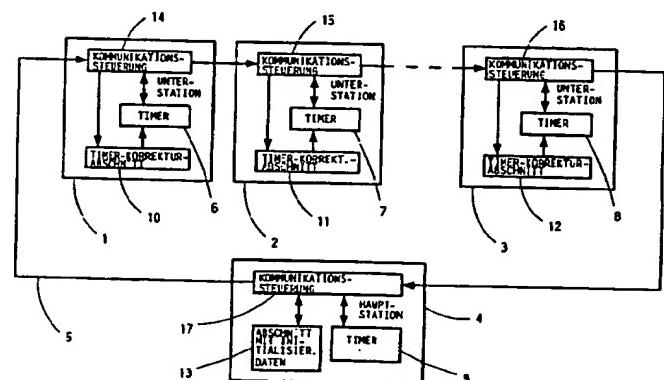
(74) Vertreter:  
TER MEER STEINMEISTER & Partner GbR  
Patentanwälte, 81679 München

⑦2 Erfinder:  
Ando, Toru, Aichi, JP; Eba, Koii, Aichi, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

54 Timersynchronisierung und Initialisierungsverfahren zur Verwendung in einem ringförmigen Kommunikationspfad

57 Es werden eine Vorrichtung und ein Initialisierungsverfahren zur Verwendung in einem ringförmigen Kommunikationspfad (5) angegeben, die Timer in einer Hauptstation (4) und Unterstationen (1, 2, 3) genau synchronisieren können, um genaue Kommunikation zwischen diesen Stationen zu erzielen. Bei dieser Vorrichtung und diesem Verfahren, bei denen die Timer der Unterstationen unter Verwendung eines speziellen Kommunikationsrahmens synchronisiert werden, erkennt die Hauptstation die Anzahl von Unterstationen und deren Anschlußreihenfolge, und sie teilt jeder Unterstation eine individuelle Kommunikations-Verzögerungszeit mit. Jeweilige Unterstationen korrigieren ihren Timer so, daß Übereinstimmung mit dem Timer der Hauptstation besteht.



DE 19808103 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Timersynchronisiervorrichtung und ein Initialisierungsverfahren zur Verwendung in einem Kommunikationssystem. Genauer gesagt, kann die erfindungsgemäße Timersynchronisiervorrichtung Timer von mit einem ringförmigen Kommunikationspfad verbundenen Unterstationen genau synchronisieren.

Herkömmlicherweise werden jeweilige, mit einem ringförmigen Kommunikationspfad verbundene Timer unter Verwendung eines speziellen Kommunikationsrahmens synchronisiert. Im folgenden wird ein derartiges Beispiel beschrieben. Bei diesem Beispiel werden Timer an einem ringförmigen Kommunikationspfad gemäß den SERCOS-Regelungen synchronisiert.

Fig. 6 zeigt den Aufbau eines herkömmlichen ringförmigen Kommunikationspfads, der eine Hauptstation 64 und Unterstationen 61, 62, 63 enthält. Die Hauptstation 64 gibt zur Timersynchronisierung einen speziellen, als Sync-Telegramm bezeichneten Kommunikationsrahmen aus. Der Rahmen wird als erstes durch die Unterstation 61 empfangen, die dann ihren eigenen Timer 66 entsprechend dem empfangenen Rahmen korrigiert. Die Unterstation 61 gibt den empfangenen Rahmen auch an die folgende Station weiter, so daß die Unterstation 62 den verzögerten Rahmen empfängt und ihren eigenen Timer 67 entsprechend korrigiert.

Auf diese Weise empfangen jeweilige, mit dem ringförmigen Kommunikationspfad 65 verbundene Unterstationen aufeinanderfolgend den speziellen Rahmen, und sie korrigieren ihre Timer. Dieser gesamte Prozeß zur Timersynchronisierung ist dann abgeschlossen, wenn der Timerkorrekturvorgang durch die letzte angeschlossene Unterstation 63 abgeschlossen ist. Es ist zu beachten, daß der Zeitpunkt, zu dem die jeweiligen Unterstationen den speziellen Rahmen empfangen, immer mehr verzögert ist, wenn der Rahmen die weiter hinten angeschlossenen Stationen am Pfad erreicht, und zwar infolge des Weiterleitungsprozesses für den Rahmen an jeder Unterstation. Da die Verzögerung für jede Unterstation durch Einstellen einer Übertragungsverzögerung von 0,5 bis 1,5 Taktzeitminuten minimiert ist, kann die Fehlüberstimmung zwischen den jeweiligen Timern unkorrigiert bleiben.

Als nächstes wird ein anderes Beispiel unter Bezugnahme auf Fig. 5 beschrieben. Bei diesem Beispiel wird Timersynchronisierung dadurch mit verbesserter Übertragungsgenauigkeit erzielt, daß ein Verfahren verwendet wird, das einen Kommunikationsrahmen-Austauschprozeß beinhaltet. "Austauschen eines Kommunikationsrahmens" bezeichnet das Austauschen eines Teils eines Kommunikationsrahmens, oder des ganzen, wie über einen ringförmigen Kommunikationspfad 5 übertragen, durch Übertragungsdaten 55 an der Ziel-Unterstation.

Nachfolgend wird ein Ablauf beschrieben, durch den Unterstationen einen Kommunikationsrahmen empfangen.

Eine Zielerkennungsschaltung 53 empfängt einen Kommunikationsrahmen beginnend mit dessen führenden Bits. Dann vergleicht die Schaltung 53 die Zieladresse des Rahmens mit der Adresse der eigenen Station, wie sie in einem Speicher 54 für die eigene Adresse abgespeichert ist, wenn die Schaltung 53 die Zieladresse liest, um zu erkennen, ob die empfangene Rahmenadresse diejenigen der eigenen Station als Zielstation ist oder nicht. Wenn der Rahmen diese Station adressiert, wird der Kommunikationsrahmen an eine Kommunikationsrahmen-Austauschschaltung 52 geliefert. Falls es nicht der Fall ist, wird der Rahmen an eine Weiterleitungsschaltung 51 geliefert. Jeder Kommunikationsrahmen, einschließlich eines Rahmens zur Timersynchronisie-

rung, wird diesem Zielerkennungsprozeß in jeder Unterstation, unabhängig vom Ziel, unterzogen. D. h., daß die Rahmenübertragung aufgrund dieses Prozesses immer verzögert ist (nachfolgend wird diese Verzögerungszeit als Weiterleitungs-Verarbeitungszeit bezeichnet). Die Weiterleitungs-Verarbeitungszeiten, wie sie in jeder Station verursacht werden summieren sich auf, wenn ein Rahmen durch die jeweiligen Unterstationen am Pfad läuft, die die Weiterleitungsverarbeitung ausführen.

- 10 10 Die aufsummierte Weiterleitungs-Verarbeitungszeit führt bei einem System wie einer Werkzeugmaschine, deren Motoren unter Verwendung dieses Verfahrens gesteuert werden, zu einem Problem. Es können nämlich die Bezugszeiten für die jeweiligen Motoren aufgrund der Weiterleitungs-Verarbeitungszeit nicht übereinstimmen, und zwar in der Größenordnung von einigen wenigen  $\mu s$  für jede Station, und dies kann ferner dazu führen, daß ein derartiges System einen ungenauen Nachlauf zeigt. Wenn z. B. eine Weiterleitungs-Verarbeitungszeit von 6  $\mu s$  angenommen wird und die Vorschubgeschwindigkeit jedes Motors 20 m/Min. beträgt, summiert sich der Gesamteinfluß der Verzögerung über das System auf 2  $\mu m$  auf.

Wie oben beschrieben, kann das herkömmliche Timersynchronisierverfahren keine genaue Timersynchronisierung erzielen, da eine Verzögerung durch die Übertragungszeit vorhanden ist, und demgemäß kann es zwischen jeweiligen Unterstationen an einem ringsförmigen Kommunikationspfad keine genaue zeitliche Synchronisierung erzielen. Daher werden Übertragungsinhalte zwischen der Hauptstation und den Unterstationen fehlerhaft, wenn eine Hauptstation und Unterstationen so miteinander verbunden sind, daß ein Kommunikationsrahmen zwischen den Stationen mit heikler zeitlicher Lage auf Grundlage von Timern übertragen wird, die unter Verwendung des herkömmlichen Verfahrens synchronisiert wurden. Darüber hinaus ist die zeitliche Verzögerung in weiter hinten angeschlossenen Unterstationen entlang dem Pfad um so größer, je größer die Anzahl der mit ihm verbundenen Unterstationen ist. Daraus ergibt sich, daß ein herkömmliches Timersynchronisierverfahren, bei dem eine Verzögerung aufgrund der Übertragungszeit unkorrigiert bleibt, zur Verwendung bei einem ringsförmigen Kommunikationspfad ungeeignet ist, der sorgfältige zeitliche Genauigkeit erfordert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Timersynchronisiervorrichtung und ein Initialisierungsverfahren zu schaffen, durch die jeweilige Timer einer Hauptstation und von Unterstationen, die durch einen ringsförmigen Kommunikationspfad miteinander verbunden sind, ohne Beeinflussung durch eine Verzögerung durch die Kommunikationszeit synchronisiert werden können.

Diese Aufgabe ist hinsichtlich der Vorrichtung durch Anspruch 1 und hinsichtlich des Verfahrens durch Anspruch 2 gelöst. Anspruch 3 betrifft eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens.

- 55 55 Die Vorrichtung und das Verfahren gemäß der Erfindung sind besonders bei einem System von Nutzen, das ein Verfahren unter Verwendung eines Austauschprozesses von Kommunikationsrahmen beinhaltet und demgemäß eine größere Rahmen-Übertragungsverzögerung als andere Systeme verursacht, wie z. B. ein SERCOS-System, das keinen derartigen Prozeß verwendet.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren können die Timer der Hauptstation und der Unterstationen, die über einen ringsförmigen Kommunikationspfad verbunden sind, genau synchronisiert werden, wenn die Unterstationen einen speziellen Kommunikationsrahmen zur Timersynchronisierung empfangen. Dies läßt sich selbst dann realisieren, wenn die Rahmenübertra-

gung zwischen der Hauptstation und den Unterstationen Austauschprozesse für Kommunikationsrahmen beinhaltet, da die Übertragungs-Verzögerungszeit für jede Unterstation individuell definiert ist, so daß jede Unterstation ihren eigenen Timer entsprechend einem Ausmaß korrigieren kann, das auf der Übertragungs-Verzögerungszeit beruht.

Die obigen und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile werden aus der folgenden Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen deutlicher.

**Fig. 1** ist ein Diagramm, das ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfundungsgemäßen Timersynchronisierung vorrichtung und eines Initialisierungsverfahrens zeigt;

**Fig. 2** ist ein Flußdiagramm zu einem erfundungsgemäßen Initialisierungsverfahren;

**Fig. 3** ist ein Flußdiagramm zum Betrieb einer Hauptstation gemäß dem erfundungsgemäßen Initialisierungsverfahren;

**Fig. 4** ist ein Flußdiagramm zum Betrieb einer Unterstation gemäß dem erfundungsgemäßen Initialisierungsverfahren;

**Fig. 5** ist ein Diagramm, das den Aufbau einer Kommunikationssteuerung einer Unterstation zeigt; und

**Fig. 6** ist ein Diagramm, das ein Beispiel eines ringförmigen Kommunikationspfads zeigt, in dem ein herkömmliches Verfahren verwendet wird.

Gemäß den **Fig. 1** und **2** gibt eine Hauptstation 4 einen Kommunikations-Rücksetzbefehl zum Rücksetzen von Kommunikationssteuerungen 14, 15, 16 jeweiliger Unterstationen 1, 2, 3 aus (Schritt 1). Es ist zu beachten, daß dieser Befehl nicht zur Timersynchronisierung zwischen der Hauptstation 4 und den Unterstationen 14, 15, 16 dient. Wenn die mit dem ringförmigen Kommunikationspfad 5 verbundenen Unterstationen 1, 2, 3 den Befehl empfangen, erhalten sie dieselbe Anfangs-Kommunikationsadresse, die sie in ihrem jeweiligen Adressenspeicher aufzeichnen.

Anschließend stellt die Hauptstation 4 eine Unterstations-Verbindungsnummer ein (Schritt 2) und beginnt mit dem Initialisieren der Unterstation (Schritt 3).

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** und **4** eine Entsprechung hinsichtlich der Initialisierung zwischen der Hauptstation und den Unterstationen im einzelnen beschrieben.

Nach dem Einstellen einer anfänglichen Zieladresse gibt die Hauptstation 4 einen Kommunikationsrahmen aus, der Daten zu einer Timer-Korrekturzeit enthält (Schritt 11). Die erste am ringförmigen Kommunikationspfad 5 angeschlossene Unterstation, also die Unterstation 1, empfängt den Kommunikationsrahmen (12), und sie stellt die Timer-Korrekturzeit in ihrem eigenen Timer-Korrekturabschnitt 10 so ein, daß ihr eigener Timer 6 korrigiert wird, wenn sie einen speziellen Kommunikationsrahmen zur Timersynchronisierung empfängt (Schritt 13). Dann gibt die Unterstation 1 einen Kommunikationsrahmen an die Hauptstation 4 aus, der Daten zu einer Übertragungs-Verzögerungszeit enthält, bestehend aus der Timer-Korrekturzeit und einer Verzögerungszeit, wie sie in der Unterstation 1 auf Grund eines Weiterleitungsprozesses für den Kommunikationsrahmen an die folgende Station verursacht wird (Schritt 14).

Nachdem die Hauptstation 4 diesen Rahmen mit Daten zur Übertragungs-Verzögerungszeit empfangen hat (Schritt 15), speichert sie die Daten zur Übertragungs-Verzögerungszeit in ihrem Abschnitt 13 für Initialisierungsdaten ein (Schritt 16). Dann gibt die Hauptstation 4 einen Kommunikationsrahmen aus, der eine Kommunikationsadresse für die Unterstation 1 enthält, die verschieden vom anfänglichen Wert der Kommunikationsadresse ist (Schritt 17). Nachdem die Unterstation 1 diesen Kommunikationsrahmen empfan-

gen hat (Schritt 18), stellt sie die Kommunikationsadresse in ihrem Adressenspeicher 54 unter Bezugnahme auf den Inhalt des empfangenen Rahmens ein (Schritt 19), und sie sendet einen Kommunikationsrahmen an die Hauptstation 4, wobei sie die neu eingestellte Kommunikationsadresse als Adresse der Quellenstation verwendet (Schritt 20).

Wenn die Hauptstation 4 diesen Kommunikationsrahmen empfängt (Schritt 21), prüft sie die Kommunikationsstationenadresse (Schritt 22), und dadurch ist eine Reihe von Initialisierungsprozessen hinsichtlich der Unterstation 1 abgeschlossen (Schritt 24). Die Unterstation 1 verwendet beim nächsten Übertragungsvorgang die neu eingestellte Kommunikationsadresse.

Es ist zu beachten, daß die Hauptstation 4 die Anschlußfolge kennt, die einer Folge von Anschlußnummern der Unterstationen entspricht, und daß sie die Kommunikationsadresse der Unterstation 1 unter Bezugnahme auf die Daten im Abschnitt 13 für die Initialisierungsdaten erfährt. Wenn eine fehlerhafte Kommunikationsadresse erkannt wird, gibt die Hauptstation 4 Fehleranzeigedaten aus (Schritt 23).

Nachdem die Unterstation 1 initialisiert ist, startet die Hauptstation 4 das Initialisieren der Unterstation 2 unter Verwendung desselben Verfahrens, wie es oben angegeben ist. Bei dieser Initialisierung verwendet die Hauptstation 4 die durch die Unterstation 1 mitgeteilte und im Abschnitt 13 für Initialisierungsdaten abgespeicherte Übertragungs-Verzögerungszeit als Timer-Korrekturzeit für die Unterstation 2. Ein von der Hauptstation 4 ausgegebener Kommunikationsrahmen wird nun nicht in die Unterstation 1, die zu diesem Zeitpunkt initialisiert ist und eine Kommunikationsadresse erhalten hat, aufgenommen, sondern nur weitergeleitet, und er wird statt dessen durch die Unterstation 2 empfangen. Nachdem die Unterstation 2 entsprechend initialisiert wurde, informiert sie die Hauptstation 4 über die neue Übertragungs-Verzögerungszeit, die der Summenwert aus der von der Unterstation 1 an die Hauptstation 4 mitgeteilten Übertragungs-Verzögerungszeit und der Verzögerungszeit ist, wie sie in der Unterstation 2 in Verbindung mit dem Weiterleiten des Kommunikationsrahmens auftritt.

Wie es in **Fig. 1** dargestellt ist, initialisiert die Hauptstation 4 die restlichen Unterstationen auf dieselbe Weise wie oben angegeben in fortlaufender Weise, wobei der Anschlußreihenfolge gefolgt wird, bis die letzte angeschlossene Station initialisiert ist. Nun weiß die Hauptstation 4 um den Abschluß des gesamten Initialisierungsprozesses (Schritt 5), wenn sie selbst einen Kommunikationsrahmen empfängt, der Daten zu einer Timer-Korrekturzeit enthält, wie sie an die Hauptstation 4 zurückgeliefert wurde, ohne daß ein Empfang durch irgendeine der Unterstationen erfolgte.

Nachdem alle Unterstationen am ringförmigen Kommunikationspfad initialisiert sind (Schritt 7), kann die Hauptstation 4 die Anzahl der an den Pfad angeschlossenen Unterstationen wie auch deren Anschlußfolge und die Kommunikationsadressen unter Bezugnahme auf die Daten im Abschnitt 13 für Initialisierungsdaten erkennen.

Es ist zu beachten, daß dann, wenn während des Initialisierungsprozesses ein Fehler auftritt, derselbe nach Abschluß des gesamten Initialisierungsprozesses angezeigt wird (Schritt 8), anstatt daß der Prozeß zum Anzeigen jedes auftretenden Fehlers unterbrochen wird.

Wenn alle Unterstationen am Pfad anschließend einen speziellen Rahmen zur Timersynchronisierung empfangen, wird eine Fehlüberinstimmung zwischen den jeweiligen Tumern 6, 7, 8 unter Verwendung der jeweiligen Timer-Korrekturzeiten korrigiert, wie sie beim Initialisierungsvorgang in die Timer-Korrekturabschnitte 10, 11, 12 eingetragen wurden, wodurch diese Timer 6, 7, 8 synchronisiert sind.

Wie oben beschrieben, können durch die erfindungsge-  
mäße Timersynchronisierungsvorrichtung und das erfindungsge-  
mäße Initialisierungsverfahren die Timer von einer Haupt-  
station und von Unterstationen, die alle an einen ringförmigen  
Kommunikationspfad angeschlossen sind, trotz einer Übertragungs-Verzögerungszeit synchronisiert werden, und  
die Timer können selbst bei Verwendung eines Übertragungsverfahrens genau synchronisiert werden, was einen Austauschprozeß für Kommunikationsrahmen umfaßt.

5

10

#### Patentansprüche

1. Timersynchronisierungsvorrichtung zum Synchronisieren von Timern jeweiliger Unterstationen (1, 2, 3), die mit einem ringförmigen Kommunikationspfad (5) verbunden sind, unter Verwendung eines speziellen Kommunikationsrahmens, gekennzeichnet durch:

- eine Erkennungseinrichtung (17), die in einer Hauptstation (4) vorhanden ist, um die Anzahl der mit dem ringförmigen Kommunikationspfad verbundenen Unterstationen und ihre Anschlußreihenfolge zu erkennen;
- eine Mitteilungseinrichtung (17), die in der Hauptstation untergebracht ist, um den Unterstationen Übertragungs-Verzögerungszeiten abhängig von der Anschlußreihenfolge mitzuteilen; und
- eine Korrekturteinrichtung (10, 11, 12), die in den Unterstationen vorhanden ist, um eine Zeitdifferenz in Zusammenhang mit der Timersynchronisierung zwischen dem Timer der Hauptstation und dem jeweiligen Timer einer Unterstation zu korrigieren.

2. Verfahren, gekennzeichnet durch das Initialisieren von Kommunikationsadressen von mit einem ringförmigen Kommunikationspfad verbundenen Unterstationen, um Timer der Unterstationen unter Verwendung eines speziellen Kommunikationsrahmens zu synchronisieren, mit:

- einem Schritt, in dem eine Hauptstation die Anzahl von mit dem ringförmigen Kommunikationspfad verbundenen Unterstationen und deren Anschlußreihenfolge erkennt;
- einem Schritt, in dem die Hauptstation den Unterstationen Übertragungs-Zeitverzögerungen abhängig von der Anschlußreihenfolge mitteilt; und
- einem Schritt, in dem die Unterstationen eine Zeitdifferenz korrigieren, wie sie hinsichtlich der Synchronisierung zwischen dem Timer der Hauptstation und dem jeweiligen Timer einer Unterstation besteht.

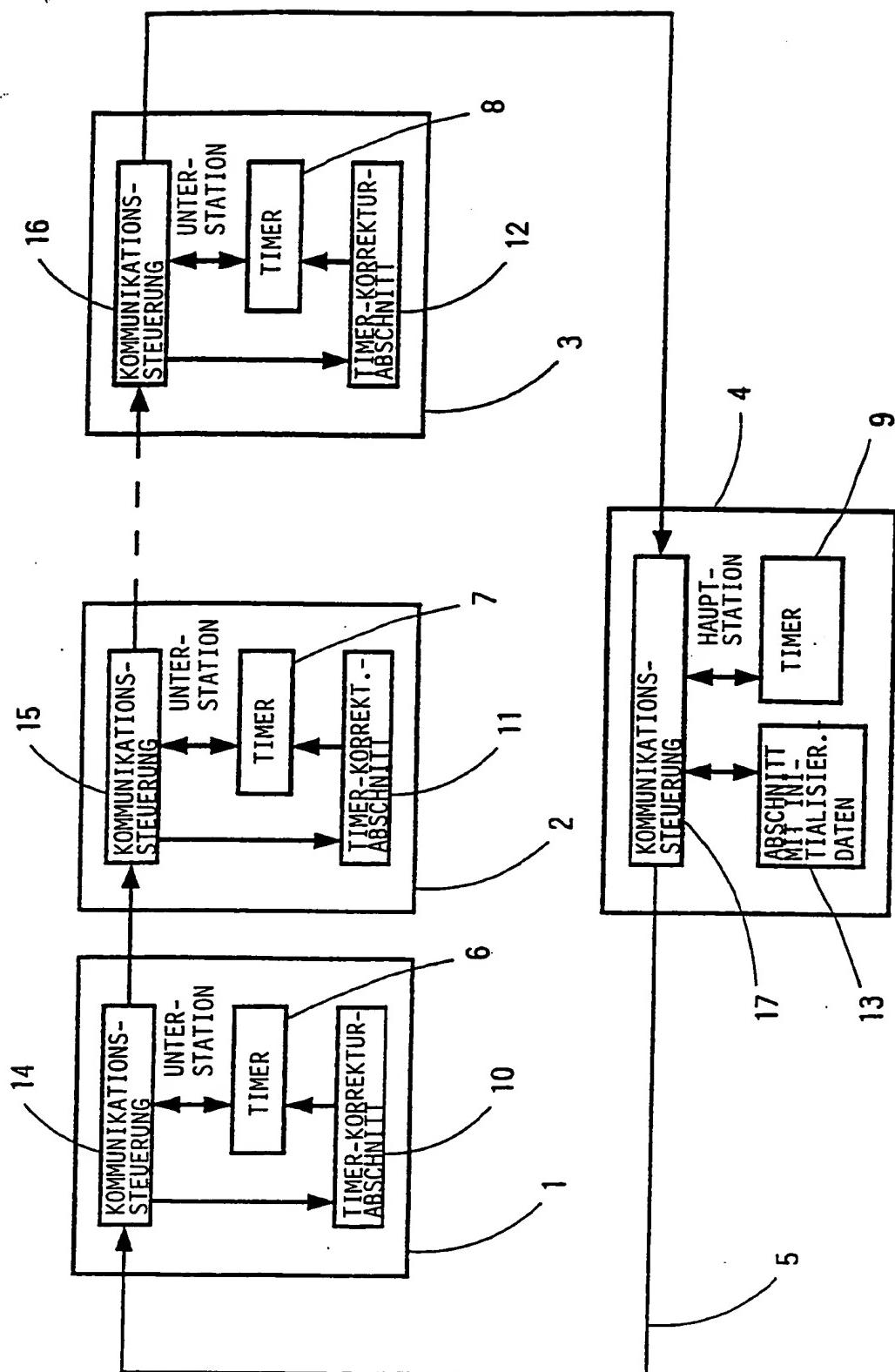
3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Schritt, in dem die Hauptstation die Übertragungs-Verzögerungszeiten berechnet, um diese den Unterstationen mitzuteilen, und zwar auf Grundlage eines Summenwerts jeweiliger Übertragungs-Verzögerungszeiten, über die die Unterstationen die Hauptstation bei der Initialisierung einzeln informieren.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

60

65

**FIG. 1**

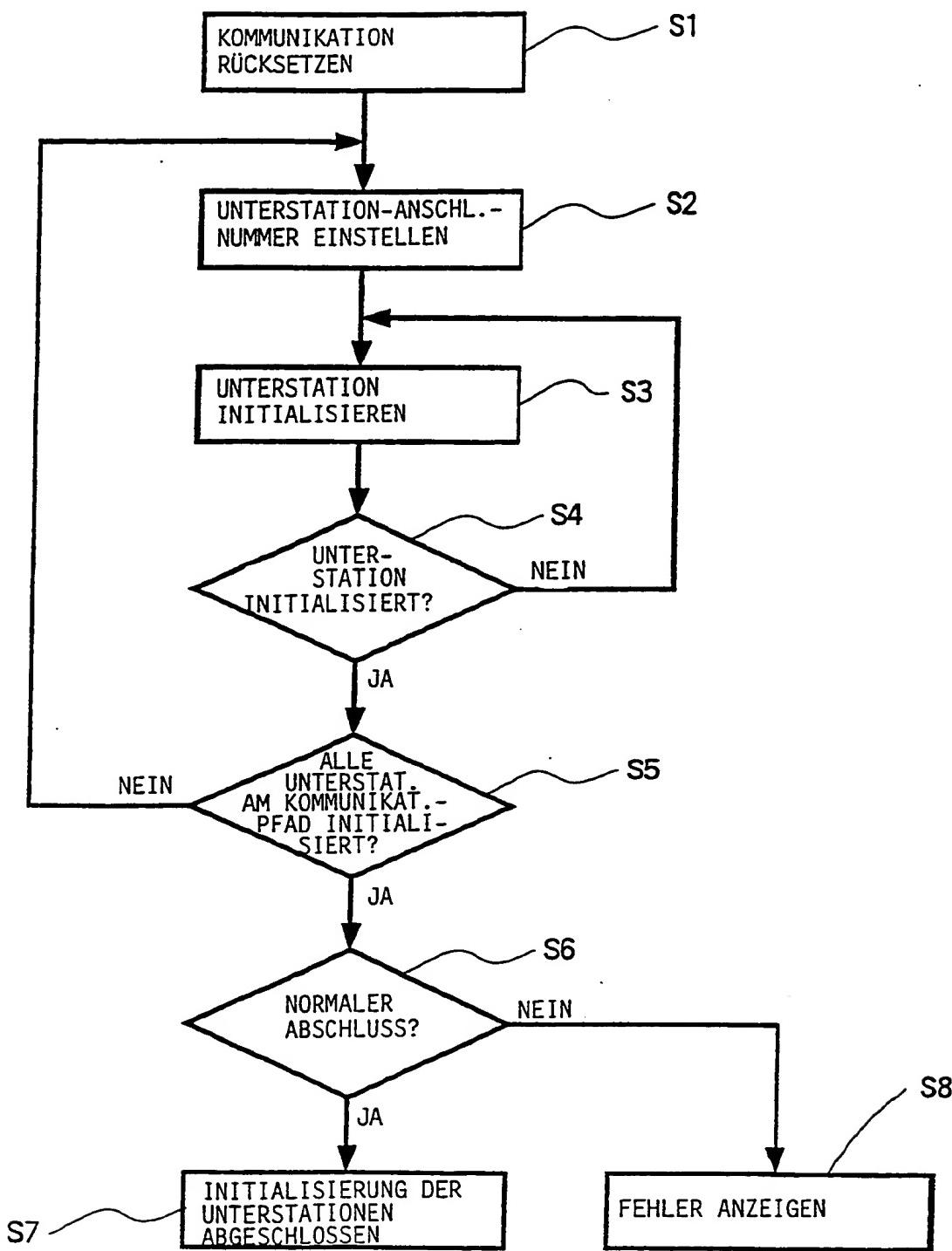


FIG. 2

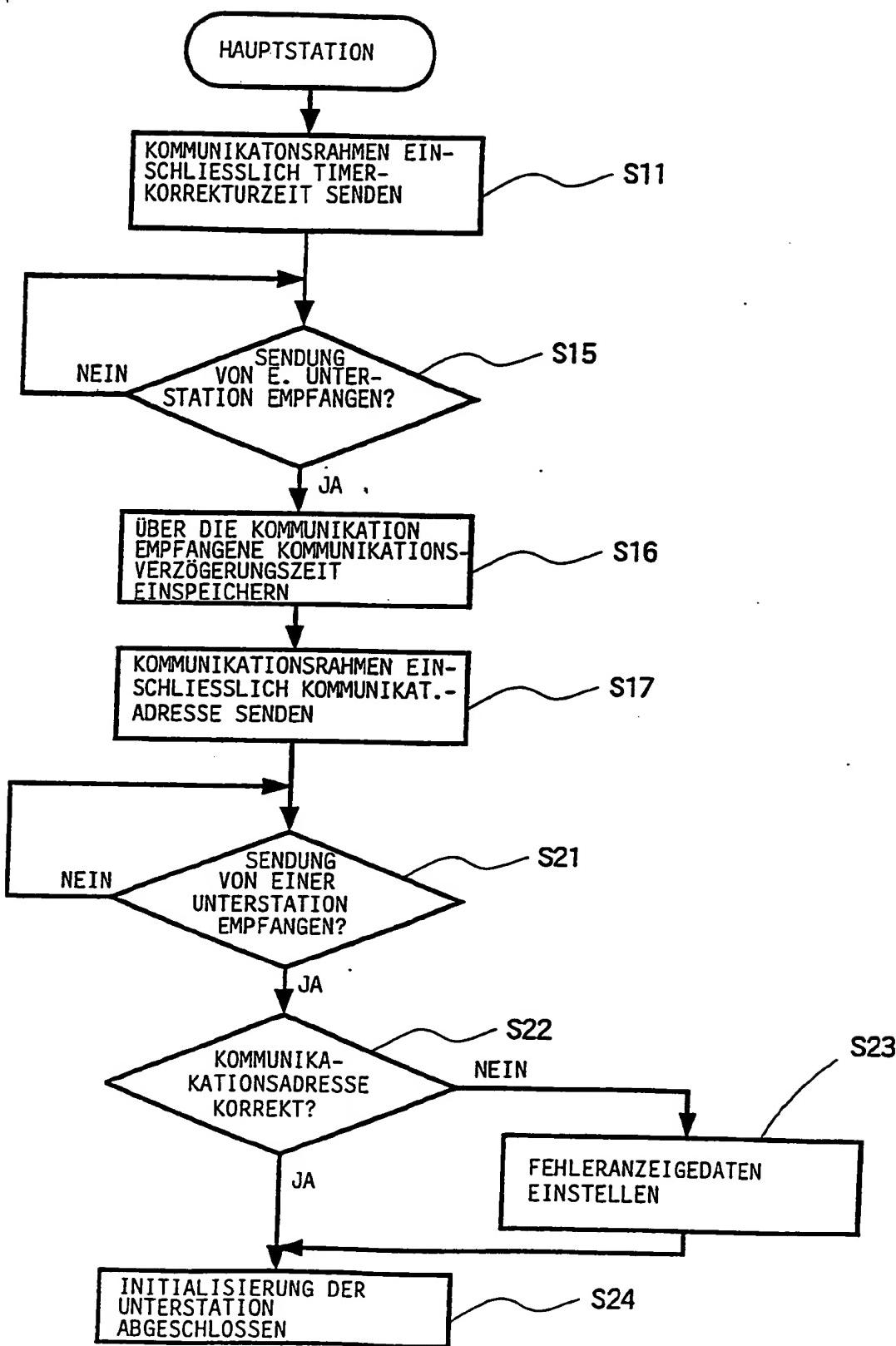


FIG. 3

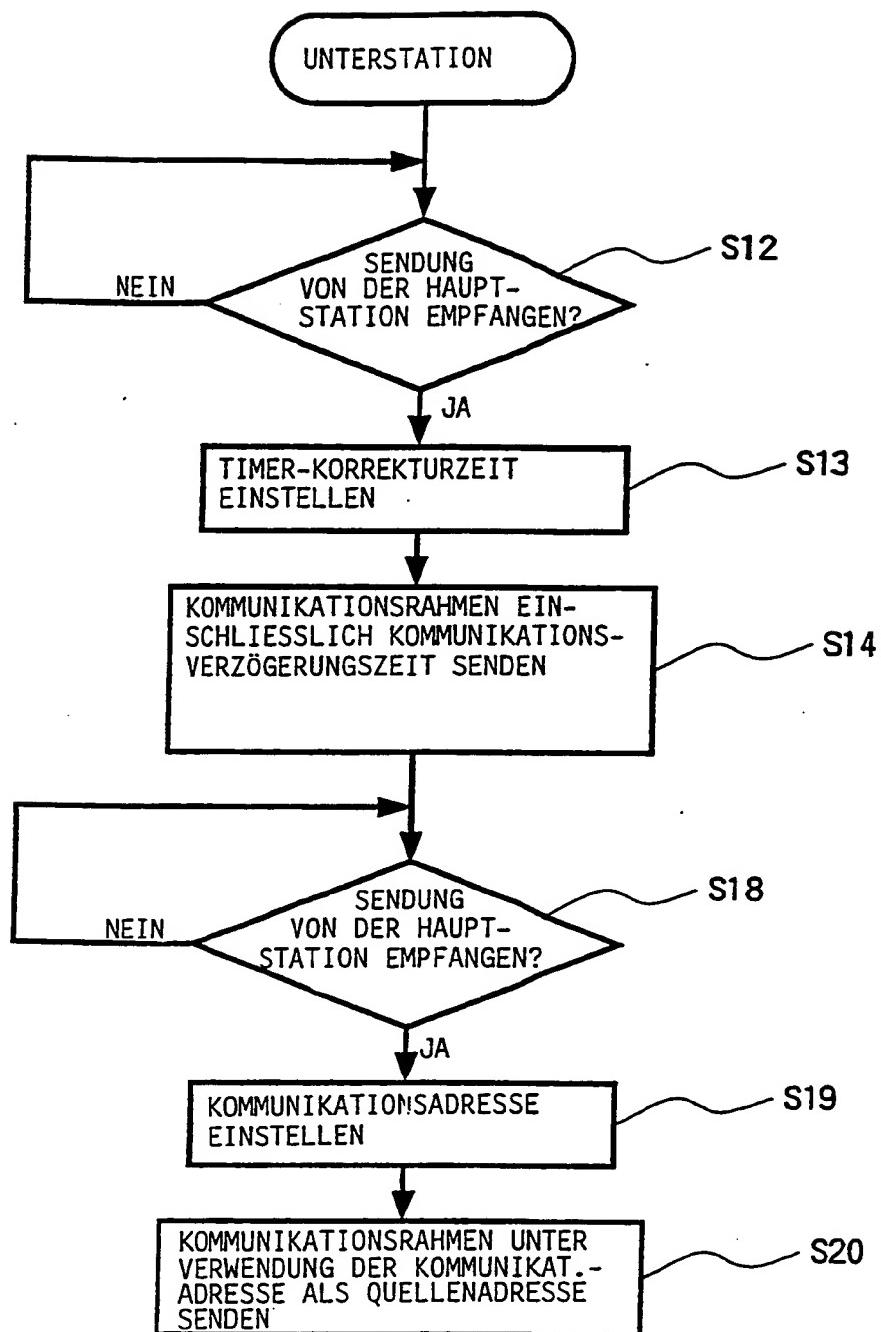


FIG. 4

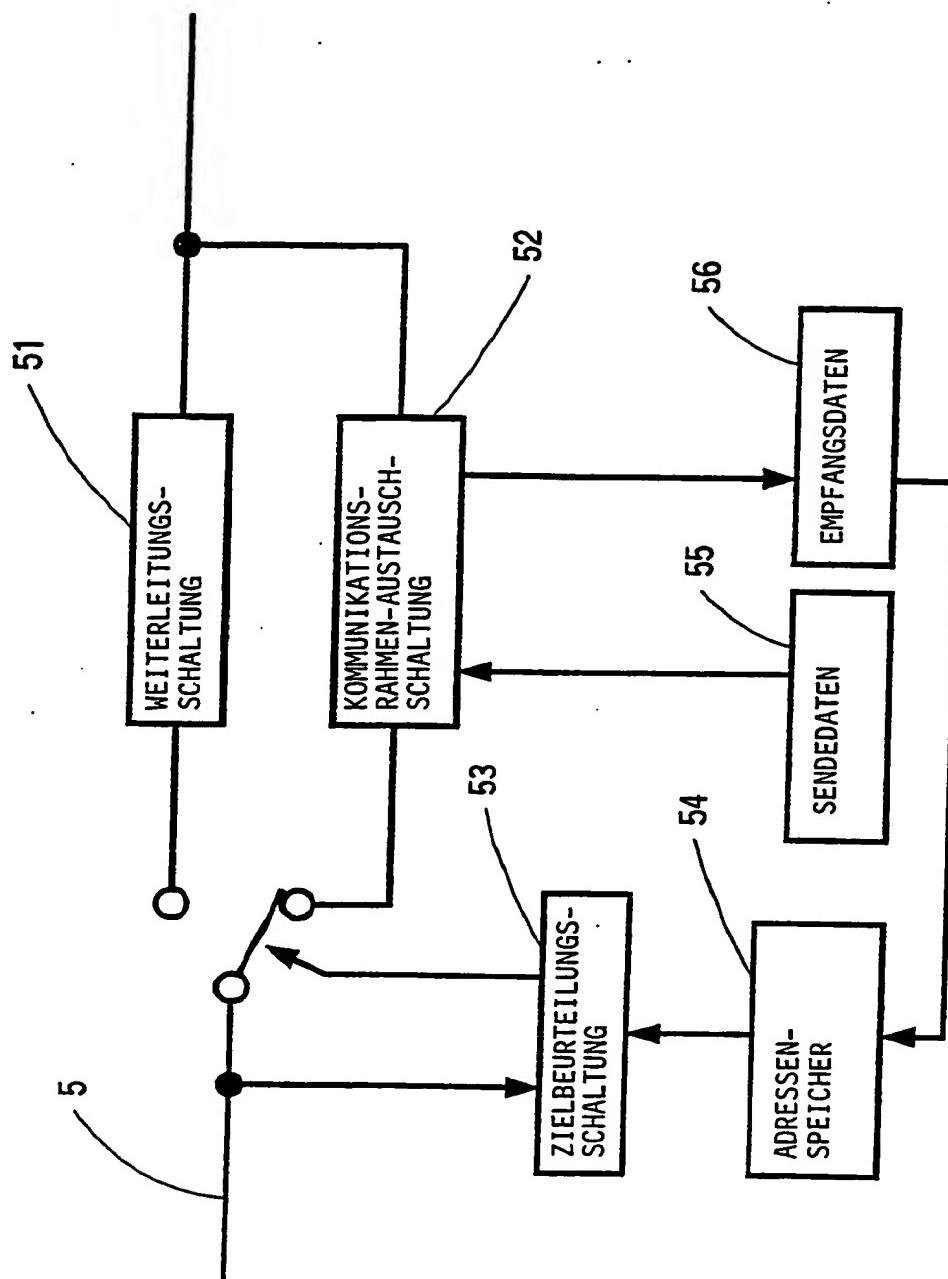


FIG. 5

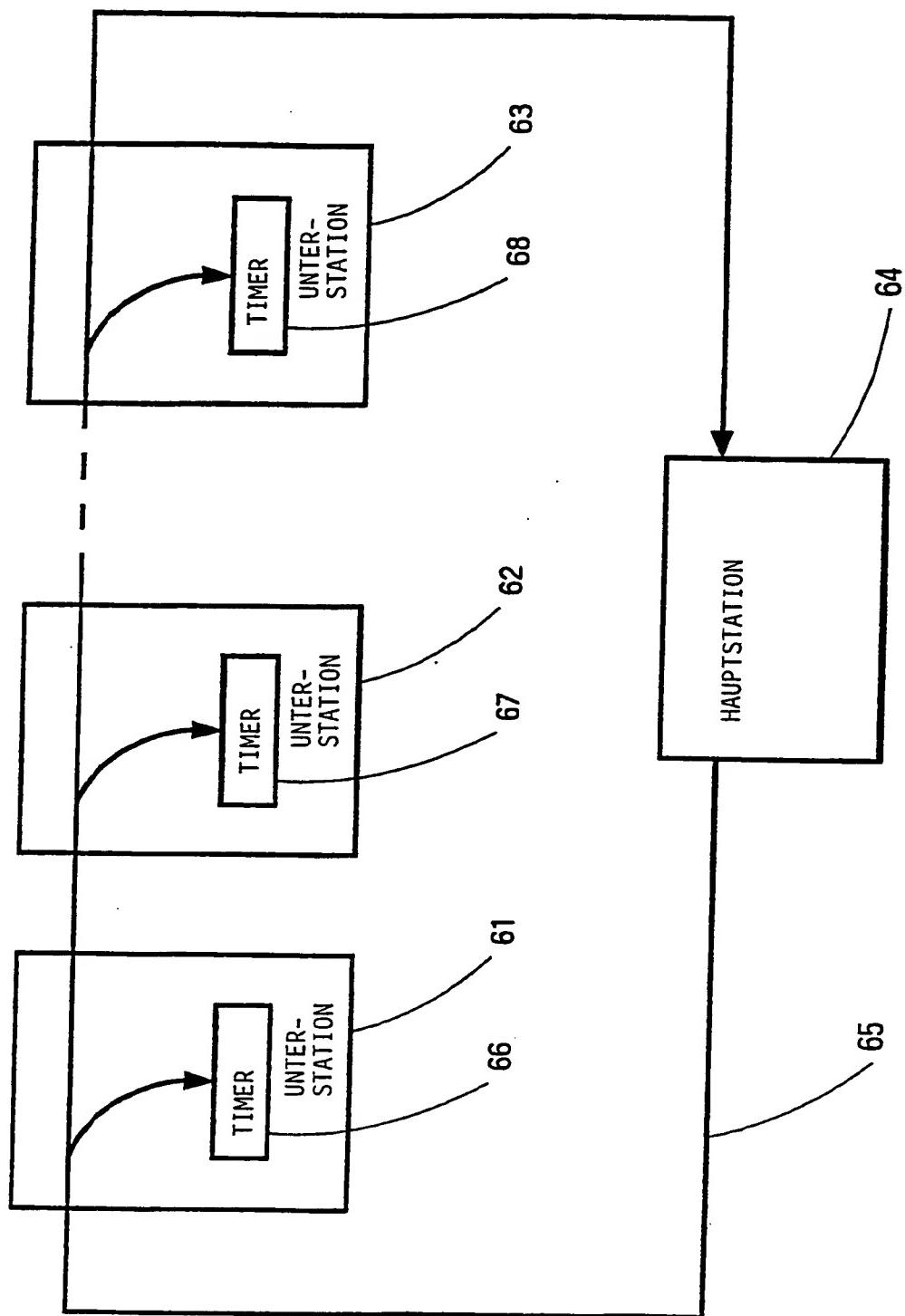


FIG. 6